




DEHN

DEHN 防雷解决方案  
-风力发电

A large-scale offshore wind farm is shown against a clear blue sky with scattered white clouds. The foreground features a prominent white wind turbine with three blades, mounted on a concrete foundation. The sea is a deep blue, and several other wind turbines are visible in the distance. A small service vessel is seen near the base of the main turbine.

安全运转, 保护投资 —  
DEHN 雷击和电涌防护技术



## 为投资带来利润保障

在全球范围内,可再生能源电价补贴的下降使风能行业面临的压力越来越大。为了确保对新的风力发电的投资能够继续获利,当前的首要任务是要优化设备的使用率,尽可能延长其使用寿命。这有助于避免因设备停机而造成的电量损失以及高额的维修和维护费用。

由于风力发电机很高,很容易受到破坏性雷击事件的影响。如果没有充足的保护措施,雷击损害和设备停机的风险就很高。因此,一套持续可用的雷击防护系统必不可少,其中包括外部和内部雷击防护,以及接地和等电位连接装置。

在安全保护方面需要做出明智的选择,您可以依靠全球公认的专家 DEHN 提供的雷击和电涌防护系统。我们提供的产品品质优异且长期耐用,可为各个地区的设备提供有效保护,涵盖塔筒乃至叶片的各个范围。您也可以利用我们的服务来推动和验证,我们将竭诚为您提供支持,例如,提供风险分析、按需求定制雷电防护解决方案,以及在我们获得认证的检测中心进行系统测试。



# 用专业经验为您推荐 防雷解决方案

防雷解决方案旨在防止雷电对机械和电气元件造成损害, 确保风力发电机的正常运转, 这是通过有针对性地释放雷电流和控制过电压而实现。

IEC 61400-24 对风力发电机的雷击防护这一主题进行了详细说明, 除此之外, 还提供了有关选择保护组件的具体信息<sup>1)</sup>。

制定保护方案的基础是将风力发电机划分为各个“雷电防护区域”。对此, 有外部区域 (LPZ 0<sub>A</sub> und 0<sub>B</sub>) 和内部区域 (LPZ 1, LPZ 2...n) 之分<sup>2)</sup>。

除叶片外, 风力发电机的外部区域是用滚球法来确定。而内部区域的划分在很大程度上取决于风力发电机的结构设计, 应根据设备的具体情况而定。

在划分了各个雷电防护区域后, 即可确定必要的保护措施。为避免运转过程中需采取昂贵的维修和改造措施, 在风力发电机的开发阶段就应该确立雷击防护方案。

DEHN 凭借在雷击和电涌防护领域多年的经验以及对风电行业应用的大量系统测试, 能够为风力发电机开发有效的雷击防护系统。我们将全力帮助您建立一个适合特定系统的防雷解决方案, 包括外部防雷、内部防雷、等电位连接和接地等各个方面。

<sup>1)</sup> IEC 61400-24:风力发电机 - 第 24 部分: 雷击防护

<sup>2)</sup> LPZ:Lightning Protection Zone, 即“防雷分区”



## 通过 DEHNdetect 及时获取可靠信息

### 雷电监测系统可以避免后续损坏

由于雷击损坏不一定会立即导致设备停机，所以雷电事件往往很难被发现。特别是在上行闪电的情况下有几百安的初始连续电流，这可能是造成机械性损坏的主要原因（例如在叶片位置）。如果设备在此时得不到维护而继续运行，可能会造成严重的后续损坏。

为了监测雷电事件并避免后续损坏，通常会使用雷电监测系统。然而，由于电流较小，常规测量系统无法完全检测出危险的上行闪电。DEHNdetect 不仅能够可靠地检测冲击电流，还能检测到这些危险的长时间雷击电流（初始连续电流 $I_{cc}$ ），从而避免昂贵的修复作业和过长的停机时间。

可将 DEHNdetect 测量线圈灵活地安装在风力发电机的多个位置。注意：重要的是，要用线圈将所有雷电流流经的部件全部包围住。

### DEHNdetect 可以确定以下参数：

- 冲击电流 [kA]
- 长时间雷击电流（初始连续电流 $I_{cc}$ ）[A]
- 电荷量 [C]
- 比能量 [MJ/Ω]
- 陡度 [kA/μs]

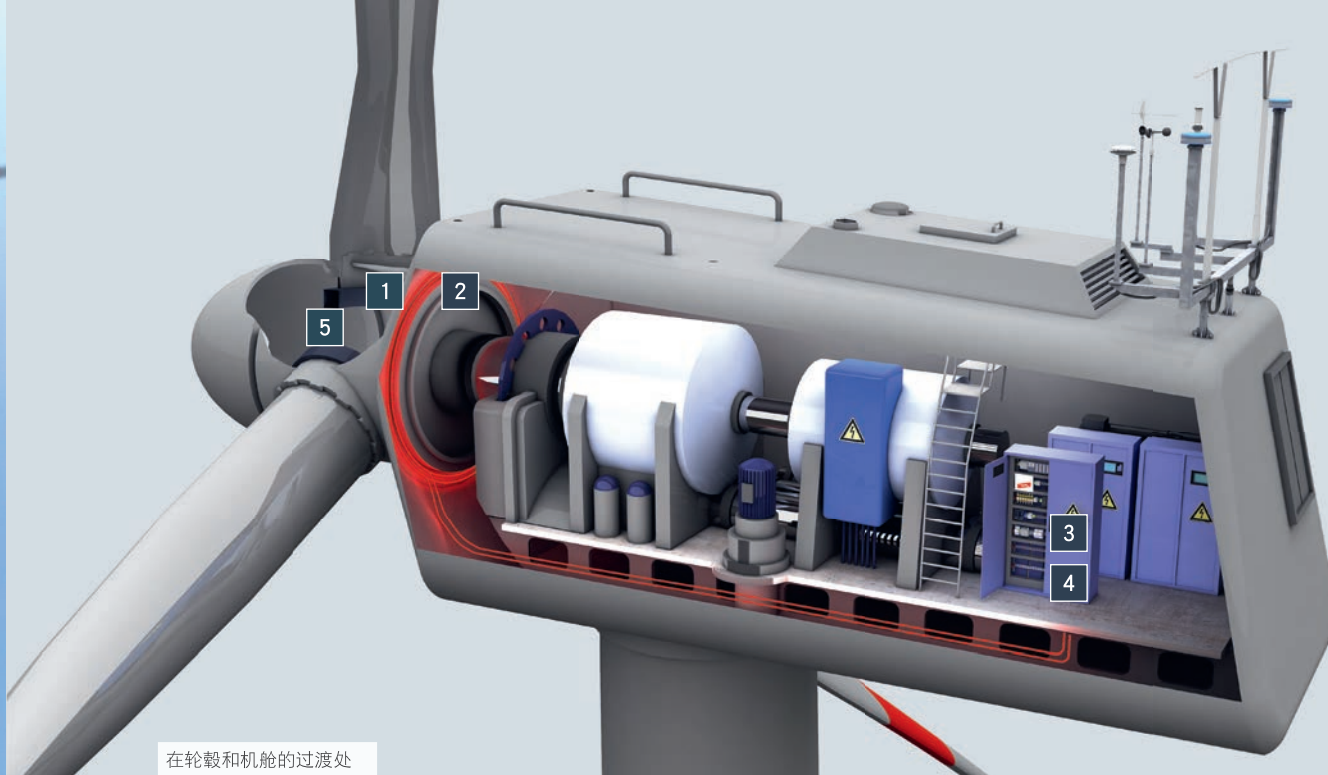
<sup>1)</sup> 功能范围取决于所使用的配置

### 为您带来的收益：

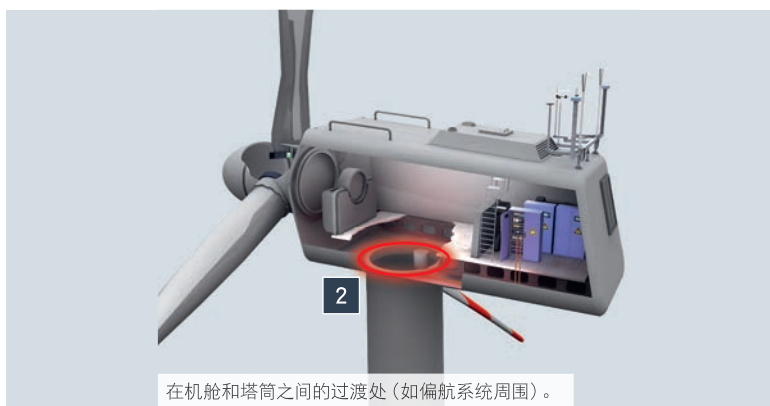
- 避免造成后续损坏
- 减少维护和维修费用
- 减少停机时间

通过现有的接口可以将该系统集成到风力发电机的 IT 基础设施中，然后即可便捷地通过现有的 SCADA 系统读取和管理数据。如果直接集成的方案不可行，可以将数据传输到云端<sup>1)</sup>，通过网络应用程序进行读取。这样一来，就可以监视多台设备甚至整个风电场。

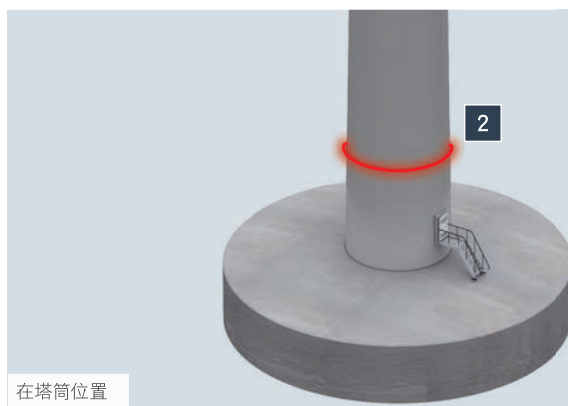
加大在设备可用性方面的投入，使您的设备能够可靠地输出电力，无论是在现阶段还是长期使用均不受雷电损坏的影响。



在轮毂和机舱的过渡处



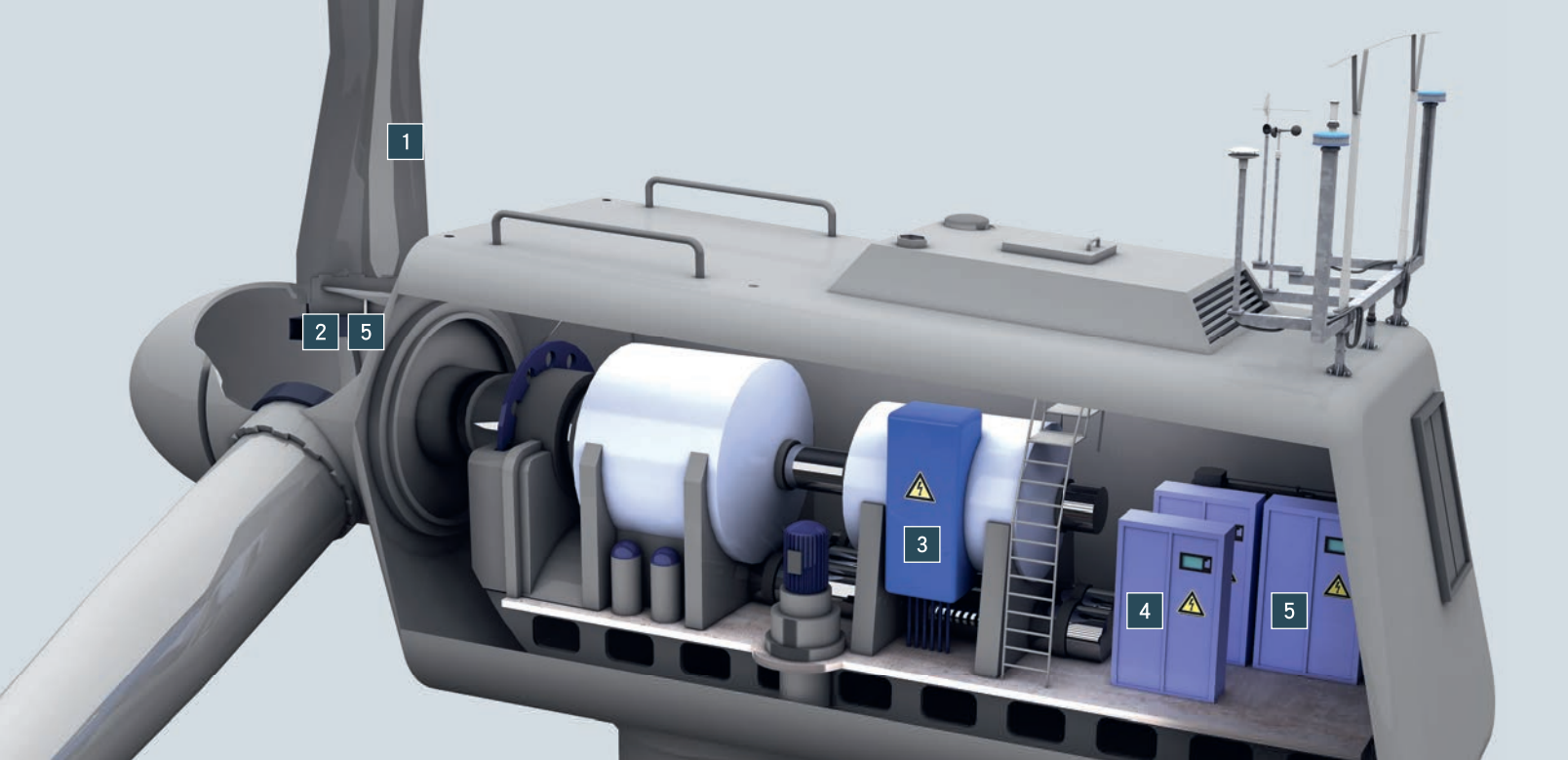
在机舱和塔筒之间的过渡处（如偏航系统周围）。



在塔筒位置

#### DEHNdetect 组件

1		<p><b>DEHNdetect BDU</b> 叶片监测装置用以探测转子叶片中的雷电流。</p>
2		<p><b>DEHNdetect ICC IMP</b> 测量长时间雷击电流（初始连续电流<math>I_{cc}</math>）和冲击电流的测量线圈。 测量范围在 60 A 至 250 kA。</p>
3		<p><b>DEHNdetect DL</b> 数据采集器具有不同的接口，方便集成到各个 IT 系统中。</p>
4		<p><b>DEHNdetect 集线器</b> 处理测量信号并将其传输到数据采集器。</p>
5		<p><b>LMS雷电监测系统</b> 对风机叶片遭受的雷电冲击电流进行准确监测并实时在线传输给风机控制系统。</p>



## 机舱内的雷击和电涌防护

DEHN 所有用于风力发电机的电涌保护器 (SPD) 均按照 EN 60068-2 标准进行了振动和冲击测试。

### 电源系统

对电源系统设备的电涌防护解决方案可以避免由雷电流和电涌引起的设备停机风险，从而提高风力发电机的长期可用性。

### 信息系统

采取合理的保护方案可以避免对信息和数据系统设备造成损害。为了保障运行安全和设备的正常使用，必须采取状态监测措施，而我们的监测单元可用于多达 50 个 BLITZDUCTORconnect 的状态监测，也可以远程执行监测。



产品		应用	
电源系统			
1		DEHNSolid	叶片除冰系统 能量协调的1级SPD, 具有 200 kA 的泄放能力和较低的电压保护水平( $U_p \leq 2.5$ kV)。
2		DG M TT 2P ACI	变桨系统, 航空器障碍灯 2级SPD, 采用创新的电流切断技术, 非常节省空间和成本。
		DEHNgard M TT	变桨系统, 主控系统 2级SPD。
3		DEHNgard SE H 1000 VA FM + 接地汇流排	发电机 2级SPD, “ Neptune circuit ”的升级版。 优点: 尺寸较小, 节省空间和成本, 提高了保护水平。
		DEHNgard SE WE 1500 FM	发电机 2级SPD, 适用于持续工作电压 $U_c=1500$ V的应用。
		DEHNgard SE WE 1260 FM	发电机 2级SPD, 适用于持续工作电压 $U_c=1260$ V的应用。
4		DEHNgard M TT	电源电压 2级SPD。
		DEHnrail M 2P	3级SPD。
信息系统			
5		BLITZDUCTORconnect ML2 BE 24 ML2 BE HF 5	保护信号线、总线或控制线 复合型电涌保护器, 具备状态显示器和直插式接线端子。 可选择利用 DRC IRCM 状态监测单元对电涌保护器进行监测。
		BLITZDUCTOR SP M2/M4 BD 24 M2/M4 BE HF 5	保护信号线、总线或控制线 2级SPD。
		DEHNpatch Class E/D	通用2级 SPD, 适用于以太网和结构化布线, 频率高达250 MHz。
		BLITZDUCTOR VT	气象站 1级SPD, 适用于额定电流达 7A 的情况。
		DEHNrecord IRCM	监测单元, 可用于多达 50 个 BLITZDUCTORconnect 的状态监测。 带 LED 状态显示器和遥信触点。



## 塔筒中的电涌防护

一个合理的雷击防护方案包括对机舱的保护和塔基的电涌防护。在塔基处，必须对中压和低压电源侧以及数据侧实施保护。

根据风力发电机制造商的设计，可以为变频器使用不同技术（涉及生命周期）的保护装置。确保设备的持续运转至关重要，在过载情况下，电涌保护器最好具备后备保护装置。

可以选择为 DEHNguard 系列的装置集成后备熔断器和遥信触点。在必要时，可以便捷地更换保护模块。

但是如果设计方式规定，在保护装置过载后必须使设备进入安全状态，则可以使用 DEHN V SCP 电涌保护器。由于电涌保护器元件的过载，在保护装置中会产生一个确定的短路，这将导致上游熔断器动作，从而切断要保护的系统。

无论您需要哪种方案，我们都会竭诚为您提供建议！

产品	应用
电源系统	
1	 <p>DEHNGuard SE WE 1500 FM</p> <p>变流器和主电源 2级SPD, 适用于持续工作电压<math>U_c=1500V</math>的应用。</p>
	 <p>DEHNGuard SE WE 1260 FM</p> <p>变流器和主电源 2级SPD, 适用于持续工作电压<math>U_c=1260V</math>的应用。</p>
	 <p>DEHNGuard M WE</p> <p>变流器和主电源 2级SPD。</p>
	 <p>DEHNGuard 1000 FM</p> <p>变流器网侧 2级SPD。</p>
2	 <p>DG S ACI FM</p> <p>电源电压 2级SPD, 采用创新的电流切断技术, 非常节省空间和成本。</p>
	 <p>DEHNGuard M TT</p> <p>电源电压 2级SPD。</p>
3	 <p>DEHNbloc Maxi</p> <p>变压器低压侧 能量协调的1级SPD。 (440 V AC) (760 V AC)</p>
	 <p>DEHNGuard SE H 1000 VA FM + 接地汇流排</p> <p>发电机 2级SPD, “Neptune circuit”的升级版本。 优点: 尺寸较小, 节省空间和成本, 提高了保护水平。</p>
4	 <p>DEHNmid</p> <p>变压器中压侧 适合中压的避雷器。</p>
信息系统	
5	 <p>BLITZDUCTORconnect ML2 BE 24 ML2 BE HF 5</p> <p>保护信号线、总线或控制线 复合型电涌保护器, 具备状态显示器和直插式接线端子。 可选择利用 DRC IRCM 状态监测单元对电涌保护器进行监测。</p>
	 <p>BLITZDUCTOR SP M2/M4 BD 24 M2/M4 BE HF 5</p> <p>保护信号线、总线或控制线 2级SPD。</p>
	 <p>DEHNpatch Class E/D</p> <p>通用2级 SPD, 适用于以太网和结构化布线, 频率高达250 MHz。</p>
	 <p>DEHNrecord IRCM</p> <p>监测单元, 可用于多达 50 个 BLITZDUCTORconnect 的状态监测。 带 LED 状态显示器和遥信触点。</p>



## 安全泄放雷电流

### 外部雷击防护

直击雷的防护措施对风力发电机的正常运转具有决定性意义。为了确保这一点，DEHN 根据 IEC 62561 系列标准，用 200 kA

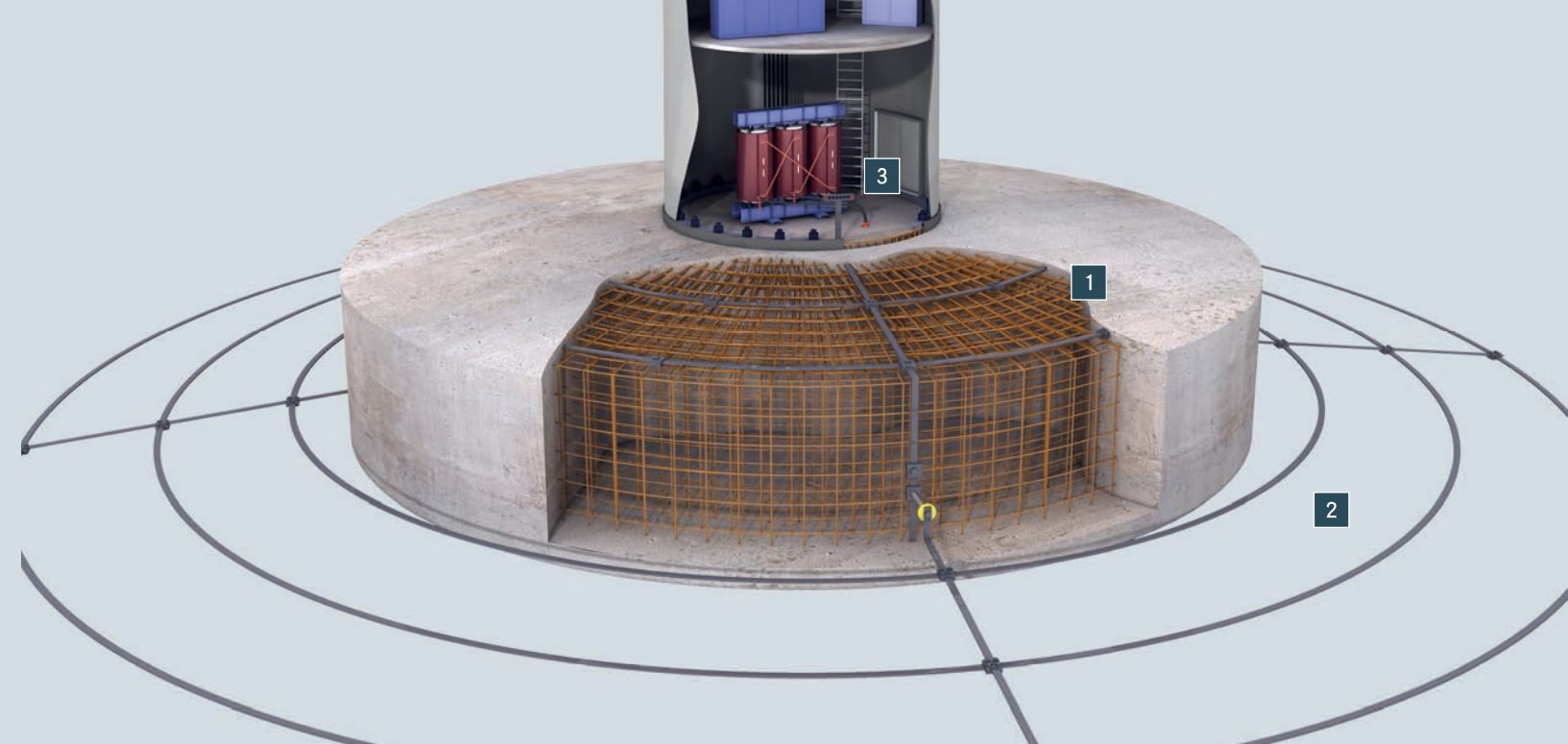
(10/350  $\mu$ s) 的雷电流对 HVI power 电缆等部件进行测试。不锈钢材质的接闪器和连接件也满足了更高的抗腐蚀要求。

### 接地和等电位连接

根据 IEC 61400-24<sup>1)</sup>，接地系统的设计对于电气设备和系统的安全运行以及雷击防护系统的正常运转非常重要。短路载流连接元件在接地装置和塔基的金属部件以及主接地母线之间

建立了安全接触。高质量的产品可以长期保持足够的机械强度和耐腐蚀性。

产品	应用	货号	
外部雷击防护			
1 	HVI power 电缆 (在支撑管中，有接闪针)	雷电防护等级 1 - 200 kA (10/350 $\mu$ s) - 耐高压的绝缘引下线，以保持等效隔离距离。	819 430
	HVI power-long 电缆 (分段切割)	长度可以定制，我们可以根据要求用合适的连接元件来组装电缆。	819 163
	UNI 隔离端子200kA	根据 IEC 62561-1 <sup>2)</sup> ，雷电流承载能力为 200 kA，不锈钢 V2A。	459 200
	KS 连接器 200 kA	根据 IEC 62561-1 <sup>2)</sup> ，雷电流承载能力为 200 kA，不锈钢 V2A。	301 209
	多功能连接端子 200kA	根据 IEC 62561-1 <sup>2)</sup> ，雷电流承载能力为 200 kA，不锈钢 V2A。用于接闪器与引下线的雷电流承载连接。	392 209
	管式接闪杆	将雷电放电安全地捕获在持久耐腐蚀的不锈钢中。	103 419
	不锈钢接闪针	将雷电放电安全地捕获在持久耐腐蚀的不锈钢中。	101 009



产品	应用	货号
<b>底座接地</b>		
1	 <b>U 型夹具</b> U 型夹具用于连接混凝土地基和钢筋中的圆形和扁平导体，其短路电流 (50 Hz) 已经过测试。	308 031
	 <b>圆导线 10 mm 热镀锌钢</b> 已根据 IEC 62561-2 对雷击防护和接地装置的布线材料进行了测试 <sup>1)</sup> 。	800 010
	 <b>扁平导线 30 x 3.5 热镀锌钢</b> 已根据 IEC 62561-2 对雷击防护和接地装置的条带材料进行了测试 <sup>1)</sup> 。	810 335
	 <b>固定接地端子 M V4A</b> 环形接地与塔筒基础接地的耐蚀连接。	478 011
<b>环形接地</b>		
2	 <b>带螺栓的夹具 V4A</b> 将 V4A 圆导线或 V4A 扁导线与固定接地端子连接。	478 149
	 <b>不锈钢十字夹具 V4A</b> 各个环形导体的耐腐蚀连接，V4A 标准。	319 209
	 <b>不锈钢扁平导线 V4A</b> 耐腐蚀环形导体，V4A 标准。	860 335
<b>等电位连接</b>		
3	 <b>不锈钢等电位汇流排</b> 适用于防雷等电位连接和保护/功能等电位连接。	472 209

<sup>1)</sup> IEC 61400-24:风力发电机 - 第 24 部分: 雷击防护

<sup>2)</sup> IEC 62561-1:雷击防护系统组件 (LPSC) - 第 1 部分: 对连接组件的要求

<sup>3)</sup> IEC 62561-2:雷击防护系统组件 (LPSC) - 第 2 部分: 对导体和接地电极的要求



# 安全维修和维护工作

## DEHN 安全作业

### 全面的安全保障！

电气装置方面的工作要求越来越高。因此，需要用可靠且安全的设备执行作业。DEHN 为您提供经过测试的产品和可靠服务，保护您免受电弧故障带来的伤害，确保设备的正常运转。这样一来，您作为雇主法律上也有保障。

### 确保作业安全

- 个人防护设备
- 电压检测器
- 接地和短路装置
- 球型头
- 电弧故障保护系统

#### 产品

##### 个人防护设备



##### 关键时刻确保安全

对电气装置中的电弧故障提供可靠的保护：

DEHNcare 个人防护设备可保护您免受故障电弧带来的影响。

由于采用了皮革和氯丁橡胶的独特混合材料，DEHNcare 的穿着舒适性高。

防护装备已根据国际标准进行了测试，包括帽子、电工安全帽、面罩、防护手套、夹克和长裤或外套。

##### 电压检测器



##### 全程安全

用电容式电压检测器确定无电压，电压测量范围为 1 至 420 kV。可从众多的电压测试仪型号中选择，您需要的电压和频率均涵盖在内！

##### 接地/短路装置和球型头



##### 安全接地和短路 (EuK)

轻松、灵活地为您的设备配置适用的接地和短路装置。



##### 球型头

通过连接球型头及接地和短路装置的终端，可以实现球型头最大的短路耐受能力。

##### 电弧故障保护系统



##### 安全 - 快速 - 灵活

DEHNshort 能在几毫秒内熄灭低压开关设备中的故障电弧，由此确保员工在维护和服务期间的人身安全。延长设备的使用寿命并让您从中获益：系统运行正常，在发生电弧故障的情况下大大减少停机时间。



## DEHN 服务

不只是提供产品

### 迅速解决技术问题

您有涉及技术和应用方面的疑问吗？  
请直接联系我们的技术支持团队：  
电话： +86 21 23519988  
电子邮件： Tech@dehn.cn



### 智能规划

我们的 DEHNSupport Toolbox 软件帮助您轻松可靠地进行规划。  
利用 DEHNconcept 可以节省更多时间，我们为风能领域的整套保护系统提供规划服务。



### 一对一咨询

您有具体的技术问题吗？  
我们的对外服务团队可以直接在现场为您提供建议。



### 为您提供更多专业知识

您可以在 DEHNacademy 的研讨会、规划师论坛和技术会议上获得有关雷击防护/接地、电涌防护和作业防护的实用信息。



### 一站式服务

在我们这里，您将了解到具体的防护解决方案，为以下领域提供广泛的服务和高质量的产品：

- 雷击防护 / 接地
- 等电位连接
- 电涌防护
- 安全作业







已根据  
IEC 17025<sup>1)</sup> 进行了认证

## DEHN 测试中心

提供风力发电机部件的测试服务

### 让您彻底放心！

在 800 m<sup>2</sup> 的 DEHN 测试和检验中心具备现代化的设备和技术，根据 IEC 61400-24<sup>2)</sup> 提供工程和测试服务。我们测试中心的雷电流实验室测试设施是世界上强大的测试设施，性能高达 400 kA (10/350 μs)。

- 对机械传动系统的轴承和齿轮进行雷电流测试。
- 对叶片的接闪器和引下线进行高电流和高电压测试。
- 对重要控制系统的系统级抗干扰性能进行测试，如叶片调整或航空器障碍灯。
- 测试定制化、可随时连接的连接单元，用于保护电力系统。

利用我们不断更新的行业标准知识和技术经验，我们全力为您提供工程和测试方面的服务。您的保护方案将因此变得切实可行。从长远来看，您可以从风力发电机的安全运行和更长的使用寿命中获益。

有关风能领域的工程和测试服务的问题，请联系：

### 德国测试中心：

电话：+49 9181 906-1812  
电子邮件：labor@dehn.de

### 中国测试中心：

电话：+86 21 23519988  
电子邮件：Tech@dehn.cn

1) IEC 17025:对检测和校准实验室能力的基本要求  
2) IEC 61400-24:风力涡轮机 - 第 24 部分: 雷电防护



# 根据客户需求定制解决方案

依靠成熟的技术和20多年以来有效保护风力发电机的经验, 我们可以根据您的需求提供定制化解决方案。在共同的合作中, 为您提供高水平的质量保障, 满足您在各个方面的要求。

## 您的收益一目了然

- 共同开发解决方案
- 符合标准的结构设计
- 测试和验证解决方案

将电涌防护装置集成到客户设备中。

### 优势:

- 节省空间
- 提高灵活性
- 保护更精准



合二为一, 将客户特定的电子设备整合到电涌防护装置中。

### 优势:

- 节省空间
- 保护更精准



采用耐高压绝缘 HVI power 引下线解决方案, 能够安全地将雷电流引过敏感元件。

### 优势:

- 减少了电气或机械设备的负荷
- 延长使用寿命并降低维护成本



海上连接分配器适合中压电缆。

### 优势:

- 高度耐腐蚀
- 灵活的连接方式



如果您对风能领域的定制防雷解决方案有任何疑问, 请直接与我们联系:

### 联系方式

电话: +86 21 23519988  
电子邮件: Tech@dehn.cn



德和盛电气(上海)有限公司  
DEHN Surge Protection (Shanghai) Co.,Ltd.

地址: 上海莘庄工业区元山路318号5-A幢  
邮编: 201108

上海总部  
电话: +86 21 23519988  
传真: +86 21 23519911

北京办事处  
电话: +86 10 21737137  
电话: +86 21 23519988

南京办事处  
电话: +86 25 86893370  
电话: +86 21 23519988



微信公众号



风电解决方案

由于技术更新, 我们保留对产品性能、结构、技术、重量和材料的更新和解释权。  
插图仅供参考。